

PENT COOPERATION TREATY

From the INTERNATIONAL BUREAU

PCT

NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

Date of mailing (day/month/year)
08 February 2001 (08.02.01)

To:
Commissioner
US Department of Commerce
United States Patent and Trademark
Office, PCT
2011 South Clark Place Room
CP2/5C24
Arlington, VA 22202
ETATS-UNIS D'AMERIQUE
in its capacity as elected Office

International application No.
PCT/DE00/01882

Applicant's or agent's file reference
PCT5968/fe

International filing date (day/month/year)
14 June 2000 (14.06.00)

Priority date (day/month/year)
14 June 1999 (14.06.99)

Applicant

ROSE, Harald et al

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:

18 November 2000 (18.11.00)

in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election was

was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

Authorized officer

Kiwa Mpay

Facsimile No.: (41-22) 740.14.35

Telephone No.: (41-22) 338.83.38

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PATENT COOPERATION TREATY

10/10/2009

PCT

NOTIFICATION OF THE RECORDING
OF A CHANGE(PCT Rule 92bis.1 and
Administrative Instructions, Section 422)

| | | | |
|---|--|--|--|
| Date of mailing (day/month/year) 06 décembre 2001 (06.12.01) | From the INTERNATIONAL BUREAU | | |
| Applicant's or agent's file reference L 1479 PCT | To: LIESEGANG, Eva Boehmert & Boehmert Franz-Joseph-Str. 38 D-80801 München ALLEMAGNE | | |
| International application No. PCT/EP00/05523 | IMPORTANT NOTIFICATION | | |
| | International filing date (day/month/year) 15 juin 2000 (15.06.00) | | |

1. The following indications appeared on record concerning:

the applicant the inventor the agent the common representative

| | | |
|---------------------------|----------------------|--------------------|
| Name and Address ----- | State of Nationality | State of Residence |
| | Telephone No. | |
| | Facsimile No. | |
| | Teleprinter No. | |

2. The International Bureau hereby notifies the applicant that the following change has been recorded concerning:

the person the name the address the nationality the residence

| | | |
|---|----------------------|--------------------|
| Name and Address DER GRÜNE PUNKT-DUALES SYSTEM DEUTSCHLAND AG Frankfurter Strasse 720-726 51145 Köln Germany | State of Nationality | State of Residence |
| | DE | DE |
| | Telephone No. | |
| | Facsimile No. | |
| | Teleprinter No. | |

3. Further observations, if necessary:

The above applicant has been added to the records for the purposes of all designated States except US. LINDNER, Wolfgang remains applicant/inventor for the US only.

4. A copy of this notification has been sent to:

| | |
|--|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> the receiving Office | <input type="checkbox"/> the designated Offices concerned |
| <input type="checkbox"/> the International Searching Authority | <input checked="" type="checkbox"/> the elected Offices concerned |
| <input type="checkbox"/> the International Preliminary Examining Authority | <input type="checkbox"/> other: |

| | |
|---|--|
| The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No.: (41-22) 740.14.35 | Authorized officer Gabriele BAEHR Telephone No.: (41-22) 338.83.38 |
|---|--|

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS**

PCT

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

| | | |
|--|--|---|
| Aktenzeichen des Annehmers oder Anwalts PCT5968/fe | WEITERES VORGEHEN | siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5 |
| Internationales Aktenzeichen PCT/DE 00/01882 | Internationales Anmelde datum (Tag/Monat/Jahr) 14/06/2000 | (Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 14/06/1999 |
| Annehmer CEOS CORRECTED ELECTRON | | |

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Annehmer gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 3 Blätter.

Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

1. Grundlage des Berichts

- a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.
- Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.
- b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das
- in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).

3. Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

4. Hinsichtlich der Bezeichnung der Erfindung

- wird der vom Annehmer eingereichte Wortlaut genehmigt.
- wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

5. Hinsichtlich der Zusammenfassung

- wird der vom Annehmer eingereichte Wortlaut genehmigt.
- wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Annehmer kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der Zeichnungen ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 1

- wie vom Annehmer vorgeschlagen
- weil der Annehmer selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.
- weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.
- keine der Abb.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 00/01882

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H01J37/153

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 H01J H05H

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie° | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| Y | WO 99 27558 A (PHILIPS ELECTRON OPTICS BV) 3. Juni 1999 (1999-06-03) Zusammenfassung Seite 24, Zeile 29-33 Seite 25, Zeile 7-9 Seite 27, Zeile 17-21 Abbildungen 2,4,5 ---- | 1,4,7 |
| Y | DE 42 04 512 A (HAIDER MAXIMILIAN DIPLO PHYS DR) 19. August 1993 (1993-08-19) Zusammenfassung Spalte 3, Zeile 33-61 Anspruch 1 Abbildung 1 ---- | 1,4,7 -/-- |

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- ° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
 "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
 "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
 "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
 "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
 "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
 "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindenscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
 "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindenscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
 "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

| | |
|---|---|
| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche | Absendedatum des internationalen Recherchenberichts |
| 2. November 2000 | 09/11/2000 |
| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016 | Bevollmächtigter Bediensteter Winkelmann, A |

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 00/01882

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|---|--------------------|
| A | US 4 555 666 A (MARTIN FREDERICK W) 26. November 1985 (1985-11-26) Zusammenfassung Spalte 5, Zeile 25-43 Abbildung 1 --- | 1-7 |
| A | SCHERZER: "Sphärische und chromatische Korrektur von Elektronen-Linsen" OPTIK, DE, JENA, 1947, Seiten 114-132, XP002090897 ISSN: 0863-0259 Seite 118, Zeile 1 -Seite 119, Zeile 7 ----- | 1-7 |

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/01882

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|--|------------------|-------------------------|------------------|
| WO 9927558 A | 03-06-1999 | EP 0981829 A | 01-03-2000 |
| DE 4204512 A | 19-08-1993 | NONE | |
| US 4555666 A | 26-11-1985 | NONE | |

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für g istiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
21. Dezember 2000 (21.12.2000)

PCT

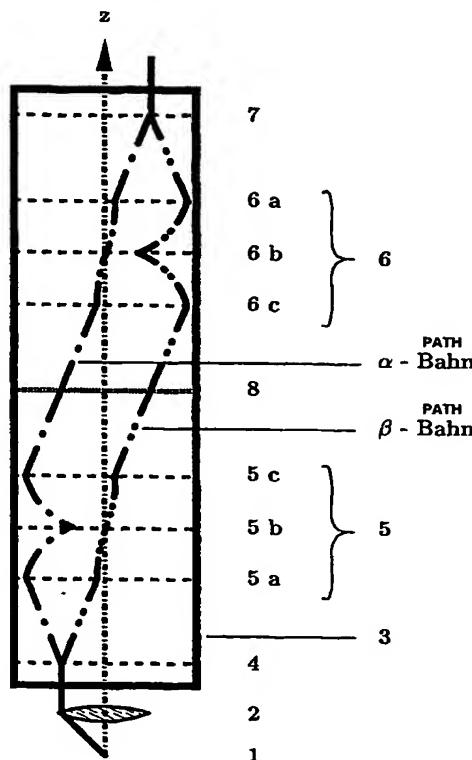
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 00/77819 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: H01J 37/153 (71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): CEOS CORRECTED ELECTRON OPTICAL SYSTEMS GMBH [DE/DE]; Englerstrasse 28, D-69126 Heidelberg (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/01882 (72) Erfinder; und
- (22) Internationales Anmeldedatum: 14. Juni 2000 (14.06.2000) (75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): ROSE, Harald [DE/DE]; Prinz-Christians-Weg 5a, D-64287 Darmstadt (DE). UHLEMANN, Stephan [DE/DE]; Rathausstrasse 29, D-69126 Heidelberg (DE). WEISBÄCKER, Christoph [DE/DE]; Am Rinkenbühl 21, D-64807 Dieburg (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
199 26 927.0 14. Juni 1999 (14.06.1999) DE (74) Anwalt: PÖHNER, Wilfried; Röntgenring 4, Postfach 63 23, D-97013 Würzburg (DE).
- (76) Bestimmungsstaaten (*national*): JP, US.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ELECTROSTATIC CORRECTOR FOR ELIMINATING THE CHROMATIC ABERRATION OF PARTICLE LENSES

(54) Bezeichnung: ELEKTROSTATISCHER KORREKTOR ZUR BESEITIGUNG DES FARBFEHLERS VON TEILCHENLINSEN



(57) Abstract: The invention relates to an electrostatic corrector for eliminating the chromatic aberration of particle lenses. The corrector has a straight optical axis and an electrostatic quadrupole for allocating to the objective lens. Two corrector pieces are positioned behind the quadrupole, along the optical axis in the direction of radiation. Each corrector piece has three electrical quadrupole fields with an overlying circular lens field. The quadrupole fields, however, are rotated 90 degrees about the optical axis in relation to each other. This arrangement is adjusted in such a way that the astigmatic first image of one sectional view lies in one corrector piece and the astigmatic first image perpendicular thereto, of the other sectional view, lies in the other corrector piece, with another electrostatic quadrupole being located on the output side.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein elektrostatischer Korrektor zur Beseitigung des Farbfehlers von Teilchenlinsen mit gerader optischer Achse und einem der Objektivlinse zuzuordnenden elektrostatischen Quadrupol, wobei in Stahlrichtung hinter den Quadrupol entlang der optischen Achse zwei Korrekturstücke angeordnet sind, jedes Korrekturstück drei elektrische Quadrupolfelder mit überlagertem Rundlinsenfeld aufweist, deren Quadrupolfelder jedoch relativ zueinander um einen Winkel von 90 Grad um die optische Achse gedreht sind und die Einstellung derart vorgenommen wird, dass das astigmatische Zwischenbild des einen Schnittes in einem Korrekturstück und das dazu senkrechte astigmatische Zwischenbild des anderen Schnittes im anderen Korrekturstück zu liegen kommt und ausgangsseitig schliesslich ein weiterer elektrostatischer Quadrupol angeordnet ist.

WO 00/77819 A1



(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

- Mit internationalem Recherchenbericht.
- Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen.

**Elektrostatischer Korrektor zur Beseitigung des
Farbfehlers von Teilchenlinsen**

5 Die Erfindung betrifft einen elektrostatischen Kor-
rektor zur Beseitigung des Farbfehlers von Teil-
chenlinsen mit gerader optischer Achse und einem
der Objektivlinse zuzuordnenden elektrostatischen
Quadrupol.

10 Durch das Scherzer-Theorem (O. Scherzer, Zeit-
schrift für Physik 101, (1936) 593) ist bekannt,
daß in optisch abbildenden Systemen für geladene
Teilchen, unter denen vor allen Elektronen und Io-
nen zu verstehen sind, bei Verwendung statischer,
raumladungsfreier und rotationssymmetrischer Fel-
dern die chromatische Aberration (Farbfehler) und
die sphärische Aberration (Öffnungsfehler) grund-
sätzlich nicht verschwinden. Da diese Fehler die
15 Leistungsfähigkeit der abbildenden optischen Sy-
steme und im speziellen das Auflösungsvermögen be-
grenzen, hat es nicht an Versuchen gefehlt, diese
Bildfehler zu beseitigen. Am meisten Erfolg ver-
spricht das Abgehen von rotationssymmetrischen Fel-
dern, also die Verwendung unrunder Linsen in Form
20 von Multipolen, also insbesondere Quadrupolen, Ok-
topole u.dgl. Mit Hilfe eines derartigen aus elek-
trischen und magnetischen Multipolen aufgebauten
Korrektor gelang es den beiden Geschäftsführern der
25 Anmelderin die sphärische und chromatische Aberra-
tion in einem Niederspannungsrasterelektronenmikro-
skop vollständig zu korrigieren (J. Zach, M. Haider
Nucl. Instr. method. A363 (1995) 316), wobei ein

30

Auflösungsvermögen von 2 nm bei einer Elektronenenergie von 1kv nachgewiesen werden konnte.

Die Nachteile der elektromagnetischen Multipolkorrekturen sind darin zu sehen, daß die Magnetfelder aufgrund der Remanenz keine schnelle und präzise sowie reproduzierbare Justierung der magnetischen Felder erlauben. Eine Entmagnetisierung erfordert zudem einen erheblichen Aufwand darstellenden Ausbau der Spulenkerne. Über einen längeren Zeitraum stellt sich eine relativ große Drift der Magnetfelder ein. Schließlich lassen sich die in Ionenoptischen Geräten, wie z. B. der Lithographie, aufgrund der großen Ionenmassen notwendigen starken magnetischen Feldstärken wegen der Abhängigkeit der Fokusierung von der Masse nur schwer realisieren. Korrekturen zur Beseitigung des Farbfehlers mit in beiden Schnitten rein elektrischen Feldern sind unbekannt.

20

Hiervon ausgehend hat sich die Erfindung die Schaffung eines Korrektors zur Beseitigung des Farbfehlers von Teilchenlinsen zur Aufgabe gemacht, der ausschließlich aus elektrischen Feldern, also unter Verzicht auf magnetische Felder, aufgebaut ist.

30

Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch, daß in Stahlrichtung hinter den Quadrupol entlang der optischen Achse zwei Korrekturstücke angeordnet sind, jedes Korrekturstück drei elektrische Quadropolfelder mit überlagertem Rundlinsenfeld aufweist,

deren Quadrupolfelder jedoch relativ zueinander um einen Winkel von 90 Grad um die optische Achse gedreht sind und die Einstellung derart vorgenommen wird, daß das astigmatische Zwischenbild des einen Schnittes in einem Korrekturstück und das dazu senkrechte astigmatische Zwischenbild des anderen Schnittes im anderen Korrekturstück zu liegen kommt und ausgangsseitig schließlich ein weiterer elektrostatischer Quadrupol angeordnet ist.

10

Der Begriff Farbfehler meint im Sinne der Erfindung unter Anwendung der exakten Terminologie den axialen Farbfehler erster Ordnung ersten Grades. Hierbei beschreibt das Wort "axial", daß dieser Farbfehler nur bestimmt wird, durch die im Gegenstandspunkt von der optischen Achse ausgehenden Fundamentalfahrn, d.h. den Fundamentallösungen der Gaußschen Optik. Der Farbfehler ist also unabhängig von außeraxialen Bahnen. Die Ordnung beschreibt die Potenz, mit welcher die Anfangssteigung der Fundamentalfahrt in die Fehlerabweichung eingeht; im Falle erster Ordnung besteht eine lineare Abhängigkeit. Der Begriff "ersten Grades" beschreibt, daß die Fehlerabweichung linear von der relativen Geschwindigkeitsabweichung der mittleren Geschwindigkeit der Teilchen abhängt. Im Falle monochromatischer Teilchen - d. h. Teilchen gleicher Geschwindigkeit und damit auch konstanter Wellenlänge - werden die relativen Abweichungen damit zu Null. In diesem Fall entsteht kein Farbfehler. In der Sprache der Optik wird der Farbfehler häufig auch als chromatische Aberration bezeichnet.

20

25

30

Der vorgeschlagene elektrostatische Korrektor besteht in seinen grundsätzlichen Aufbau aus vier in Richtung der geraden optischen Achse hintereinander angeordneten Elementen, nämlich - in Richtung des Strahlenganges ausgehend von dem Objektiv - zunächst aus einem Quadrupol und zwei sich hintereinander hieran anordnende Korrekturstücke und schließlich - ausgangsseitig - aus einem weiteren Quadrupol. Die Quadrupolfelder der beiden Korrekturstücke sind gegeneinander um einen Winkel von 90° um die optische Achse gedreht.

Der Strahlengang im Korrektor verläuft wie folgt: Der von der Mitte des Objektes ausgehende axiale Strahlengang wird als erstes durch die Objektivlinse umgelenkt und nach dem Eintritt in den Korrektor zunächst durch den elektrischen Quadrupol in beiden Schnitten (X-, Y-Schnitt) unterschiedlich abgelenkt. Das Teilchenbündel wird dadurch in einem Schnitt fokussiert (z. B. im X-Schnitt) und im anderen auseinandergezogen (Y-Schnitt), so daß ein astigmatisches Zwischenbild entsteht, das die optische Achse durchsetzt und zweckmäßigerweise in die Mitte des ersten Korrekturstücks gelegt wird. Dieses Korrekturstück beeinflußt deshalb nicht wesentlich den Bahnverlauf in dem Schnitt in dem das Zwischenbild liegt (X-Schnitt), weil die axiale Bahn nahe der optischen Achse verläuft und diese schneidet, wobei zwar positive Farbfehler entstehen, die aber aufgrund des geringen Achsenabstandes nur sehr klein ausfallen. Im dazu senkrechten Schnitt (Y-Schnitt) hingegen erfährt der Bahnverlauf durch die Quadrupolfelder des Korrekturstückes eine erhebliche Beeinflussung und einen negativen Beitrag zum

Farbfehler. Somit erfolgt eine Beeinflussung des Farbfehlers des einen Schnittes im ersten Korrekturstück und der des zweiten Schnittes im zweiten Korrekturstück in analoger Weise. In Abhängigkeit von den eingestellten Potentialen wird eine Beeinflussung des Farbfehlers und im idealen Fall eine Kompensation des Farbfehlers der Objektivlinse erfolgen, sodaß das gesamte aus Objektivlinse und Korrektor gebildete optische System von Farbfehlern freie Abbildungseigenschaften aufweist. Der letzte Quadrupol dient dazu den Strahlengang wieder zur Rotationssymmetrie zusammenzusetzen.

Die Erzeugung des astigmatischen Zwischenbildes innerhalb des Korrekturstückes, d.h. der Nulldurchgang der entsprechenden paraxialen Bahn läßt sich durch entsprechende Wahl der Stärke des am Eingang des Korrektors befindlichen elektrischen Quadrupols erreichen. Durch Veränderung des Potentials der elektrischen Quadrupolfelder des Korrekturstückes (Rundlinsenanteil als auch Quadrupolfeldstärke) zueinander, also des Gegenfeldes zwischen den Quadrupolfeldern, erfolgt die Beeinflussung und Einstellung des Farbfehlers.

Die entscheidenden Vorteile des elektrostatischen Korrektors bestehen in einer schnellen und präzisen Justierung und Einstellung der Felder, eine problemlose Handhabung mit reproduzierbaren Verhältnissen auch über einen längeren Zeitraum und auch in der möglichen Verwendung in ionenoptischen Geräten.

Als besonders bevorzugt gelten Ausgestaltungen, bei denen ein symmetrischer Aufbau und/oder symmetri-

scher Verlauf innerhalb eines Korrekturstückes zu deren Mittelebene und/oder ein symmetrischer Aufbau und/oder symmetrischer Verlauf der Felder der beiden Korrekturstücke, zu der dazwischen befindlichen Mittelebene vorgesehen ist. Aufgrund des symmetrischen/antisymmetrischen Verlaufes der paraxialen Bahnen innerhalb der Korrekturstücke heben sich zahlreiche Fehlerintegrale auf oder werden doch zumindest auf analytische Weise übersichtlich und problemlos lösbar, was wesentlich zur Transparenz und zum Verständnis des Verhaltens des Korrektors in unterschiedlichen Situationen und Einstellungen beiträgt. Die Symmetrie zur Mittelebene eines Korrekturstückes sowohl im Aufbau als auch in der Einstellung der elektrischen Felder hat zur Folge, daß der Nulldurchgang der entsprechenden Paraxialbahn exakt in die Mittelebene zu liegen kommt. Zudem sind die beiden äußeren Quadrupolfelder des selben Korrekturstückes dann identisch.

Aufgrund Aufbau und Symmetrie der Felder der beiden Korrekturstücke unter Beibehaltung der relativen Verdrehung gegeneinander um 90 Grad erhält man in beiden Schnitten einen gleichen Bahnverlauf, d.h. die im ersten Korrekturstück vorgenommene Korrektur des einen Schnittes erfolgt im anderen Schnitt im zweiten Korrekturstück.

Einfache analytische Lösbarkeit und aufgrund der Übersichtlichkeit in einem daraus resultierenden Verständnis des Verhaltens des Korrektors sind die hieraus resultierenden Vorteile. Es vereinfachen sich nicht nur die Justierung sondern die Handhabung generell; die Möglichkeit der Einstellung weniger Potentiale trägt ebenfalls zur Erleichterung

bei.

Zur Einstellung des Korrektors:

Grundsätzlich besteht die Möglichkeit durch Beeinflussung des Farbfehlers eine in weiten Grenzen beliebige Einstellung des Farbfehlers des aus Objektivlinse und Korrektor bestehenden Gesamtsystems zu erreichen. Häufig besteht das erklärte Ziel darin, den Gesamtfehler des optischen Systemes zu Null zu machen, d.h. durch den Korrektor einen negativen Farbfehleranteil zu erzeugen, der den sich aus Objektivlinse und den einzelnen Korrekturelementen erzeugten weiteren positiven Farbfehler zu Null kompensiert. Bei den vorbeschriebenen symmetrischen Verhältnissen stehen zur Einstellung des Korrekturstücks nur zwei Parameter zur Verfügung, nämlich das Verhältnis des äußeren und mittleren Rundlinsenfeldes sowie die Stärke des Quadrupolfeldes.

Die Beseitigung des Farbfehlers geschieht in einem iterativen Prozeß, der im Falle des vorbeschriebenen symmetrischen Aufbaus ebenfalls besonders übersichtlich wird und im folgenden kurz geschildert werden soll:

Bei konstantem Verhältnis der beiden Rundlinsenpotentiale des Korrekturstückes wird die Quadrupolstärke verändert und hierbei der Farbfehlerkoeffizient gemessen. Sobald der Farbfehler seinen Minimalwert annimmt, wird das Verhältnis des Rundlinsenfeldes ebenfalls verändert mit dem Ziel der weiteren Minimierung des Farbfehlers. Durch mehrere iterative Schritte in der vorbeschriebenen Weise lässt

5

sich der Farbfehler dann vollständig beseitigen. Mathematische Überlegungen zeigen, daß eine vollständige Korrektur des Farbfehlers nur für bestimmte Bereiche der Rundlinsenpotentiale des Korrekturstückes sowie der Quadrupolfeldstärken möglich sein wird.

10

15

20

25

30

Wie eingangs erwähnt, wird die Leistungsfähigkeit elektronenoptischer Abbildungssystem durch Farbfehler (chromatische Aberration) und Öffnungsfehler (sphärische Aberration) begrenzt. Die Aufgabe des bisher beschriebenen Korrektors besteht in der Beseitigung des axialen Farbfehlers erster Ordnung ersten Grades. In zahlreichen Anwendungsfällen ist man bestrebt, zusätzlich die sphärische Aberration genauer den axialen Öffnungsfehler dritter Ordnung zu beseitigen. Hierzu werden Oktopolfelder, also vierzählige Felder den Quadrupolfeldern überlagert. Bei dem als besondere Ausgestaltung beschriebenen symmetrischen Aufbau überlagert das Oktopolfeld das mittlere Quadrupolfeld des Korrekturstückes. Durch die Wahl und Einstellung der Stärke des Oktopolfeldes erfolgt eine Einstellung und ggf. Kompensation des axialen Öffnungsfehlers dritter Ordnung völlig entkoppelt von der Einstellung der der Beseitigung des Farbfehlers dienenden Quadrupolfelder.

Für die bauliche Realisierung ist es möglich, in einem einzigen Multipolelement, Quadrupol als auch Oktopolfelder zu erzeugen.

In einer bevorzugten Weiterbildung wird die Anord-

nung eines weiteren, dritten Korrekturstückes in
Richtung der optischen Achse hinter dem bisherigen
aus zwei Korrekturstücken bestehenden Korrektor
vorgeschlagen. Sowohl im Hinblick auf die räumliche
5 Anordnung als auch auf die Stärke der Quadrupol-
und Rundlinsenfelder wird eine zur Mittelebene des
zweiten Korrekturstückes und damit zu der durch die
Mitte des aus drei Korrekturstücken bestehenden
Korrektors verlaufenden Ebene spiegelsymmetrische
10 Anordnung vorgeschlagen. Im Ergebnis erhält man ein
drittes Korrekturstück, das von spiegelsymmetri-
schen Aufbau zum ersten Korrekturstück ist. Für die
beiden axialen, d. h. von der optischen Achse im
Gegenstandspunkt ausgehenden Elementarbahnen hat
15 die im Alpha-Schnitt verlaufende Bahn eine Punkt-
symmetrie bezüglich der Mitte des Korrektors und
die durch die senkrecht dazu verlaufende β -Bahn
eine Spiegelsymmetrie bezüglich der Mitte des Kor-
rektors. Die außerhalb der optischen Achse ausge-
henden außeraxialen Bahnen sind im Hinblick auf den
20 Gamma-Schnitt spiegelsymmetrisch zur Mitte des Kor-
rektors und die in der hierzu senkrechten Ebene
verlaufenden Delta-Bahn verläuft punktsymmetrisch
bezüglich der Mitte des Korrektors. Im ersten und
dritten Korrekturstück und zwar im astigmatischen
25 Zwischenbild der β -Bahn erfolgt eine Korrektur des
Farbfehlers im xz -Schnitt. Im mittleren (zweiten)
Korrekturstück folgt im astigmatischen Zwischenbild
der Alpha-Bahn die Korrektur in yz -Schnitt. Im all-
gemeinen sind die Farbfehler in den beiden Schnit-
ten unterschiedlich. Die optimale Einstellung des
30 Korrektors erhält man dann, wenn die Erregung der
Korrekturstücke sowie die Geometrie insbesondere

der Abstand zwischen Front-Quadrupol und ersten Korrekturstück sowie zwischen den Korrekturstücken so gewählt wird, daß eine optimale Einstellung des Korrektors vorliegt. Durch diese Änderung der Geometrie lässt sich die Einstrahlung in das zweite Korrekturstück optimieren. Obwohl die Bahneinstrahlung im ersten und dritten Korrekturstück hinsichtlich der Farbfehlerkorrektur im xz-Schnitt dann ungünstiger wird, lässt sich dieser Nachteil dadurch beseitigen, daß die Korrektur in diesem Schnitt auf zwei Korrekturstücke verteilt und damit eine Compensation möglich wird. Aufgrund der Symmetrie der Bahnen und der Felder bezüglich der Mitte des Korrektors und damit der Mitte des zweiten Korrekturstücks lassen sich sämtliche außeraxiale Fehler mit linearen Achsenabstand eliminieren. Man erhält man die Möglichkeit der Übertragung eines ausgedehnten Bildfeldes, mit der Folge, daß dieser Korrektor sich auch zum Einsatz über die Rasterelektronenmikroskopie hinaus eignet. Hierzu trägt auch die Be- seitigung des Bildfehlers der Koma bei. Als weiterer Vorzug dieser Anordnung ist die Reduzierung des Kombinationsfehler und hierbei insbesondere die Verminderung der axialen Bildfehler dritter und fünfter Ordnung anzusehen.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung lassen sich dem nachfolgenden Beschreibungsteil entnehmen, in dem anhand der Zeichnung Aufbau und Funktion des erfindungsgemäß vorgeschlagenen elektrostatischen Korrektors entnehmbar sind. Die paraxialen Bahnen α , β gehen vom Objekt (1) aus

und werden durch die mit einem Farbfehler behaftete Objektivlinse (2) abgelenkt. Der Korrektor (3) besteht in seinem grundsätzlichen Aufbau aus einen der Objektivlinse (4) zugewandten Quadrupol
5 einem sich in Ausbreitungsrichtung des Strahlenganges anschließenden ersten Korrekturstück (5) sowie einem im Abstand hierzu angeordneten weiteren Korrekturstück (6). Wie aus der Zeichnung erkennbar, bewirkt der Quadrupol (4) eine Aufspaltung in der
10 in unterschiedlichen Schnitten verlaufenden axialen Bahnen α , β in unterschiedliche Richtungen, nämlich zum einen in Richtung auf optische Achse (2) und im anderen Schnitt senkrecht hierzu. Das Korrekturstück (5) besteht aus drei Quadrupolfeldern (5a,
15 5b, 5c) die symmetrisch sind, d.h. die beiden äußeren Quadrupolfelder (5a, 5c) sind in ihrer Stärke gleich und liegen symmetrisch zum mittleren Quadrupolfeld (5b). Zur Herstellung eines symmetrischen Strahlenganges ist ausgangsseitig ein weiterer Quadrupol (7) angeordnet.
20

Der im Hinblick auf die Mittelebene (Z_M) symmetrische Aufbau der Korrekturstücke (5, 6) die lediglich relativ gegeneinander um die optische Achse (z) um 90 Grad gedreht sind, ergibt gleichen Bahnverlauf in der um 90 Grad gedrehten Schnittebene. Das eine Korrekturstück (5) bewirkt die Beeinflussung und Beseitigung des Farbfehlers in derjenigen Schnittebene, in der die α -Bahn verläuft. Das andere Korrekturstück (6) wirkt auf die im anderen Schnitt verlaufende β -Bahn ein, sodaß jedes der Korrekturstücke (5, 6) in einem der beiden Schnitte die Beeinflussung oder gar die Beseitigung des
25
30

Farbfehlers vornehmen. Sämtliche Quadrupol- und Rundlinsenfelder sind elektrostatischer Natur.

Nicht eingezeichnet ist, daß durch Überlagerung von
5 Oktopolfeldern vornehmlich im Bereich der astigmatischen Zwischenbilder eine Korrektur der sphärischen Aberration (axialer Öffnungsfehler 3. Ordnung) vorgenommen werden kann. Eine wesentliche Steigerung der Leistungsfähigkeit der Teilchen optischer Abbildungssysteme läßt sich durch die Be-
10 seitigung des Farbfehlers und ggf. noch des Öffnungsfehlers erreichen.

P A T E N T A N S P R Ü C H E

- 5 1. Elektrostatischer Korrektor zur Beseitigung des Farbfehlers von Teilchenlinsen mit gerader optischer Achse und einem der Objektivlinse zuzuordnenden elektrostatischen Quadrupol,
dadurch gekennzeichnet, daß
- 10 - in Stahlrichtung hinter den Quadrupol entlang der optischen Achse zwei Korrekturstücke angeordnet sind,
- 15 - jedes Korrekturstück drei elektrische Quadrupolfelder mit überlagertem Rundlinsenfeld aufweist,
- 20 - deren Quadrupolfelder jedoch relativ zueinander um einen Winkel von 90 Grad um die optische Achse gedreht sind und
- 25 - die Einstellung derart vorgenommen wird, daß das astigmatische Zwischenbild des einen Schnittes in einem Korrekturstück und das dazu senkrechte astigmatische Zwischenbild des anderen Schnittes im anderen Korrekturstück zu liegen kommt und ausgangsseitig schließlich ein weiterer elektrostatischer Quadrupol angeordnet ist.
- 30 2. Korrektor nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen symmetrischen Aufbau des Korrekturstücks und/oder einen symmetrischen Verlauf der Felder ei-

nes Korrekturstückes zu deren Mittelebenen.

5 3. Korrektor nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch einen symmetrischen Aufbau des Korrektors und/oder einen symmetrischen Verlauf der Felder zu der durch die beiden Korrekturstücke definierten Mittelebene.

10

4. Korrektor nach Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß den Quadrupolfeldern der Korrekturstücke mindestens ein Oktopolfeld überlagert ist.

15

5. Korrektor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Oktopolfelder im Bereich der jeweiligen astigmatischen Zwischenbilder angeordnet sind.

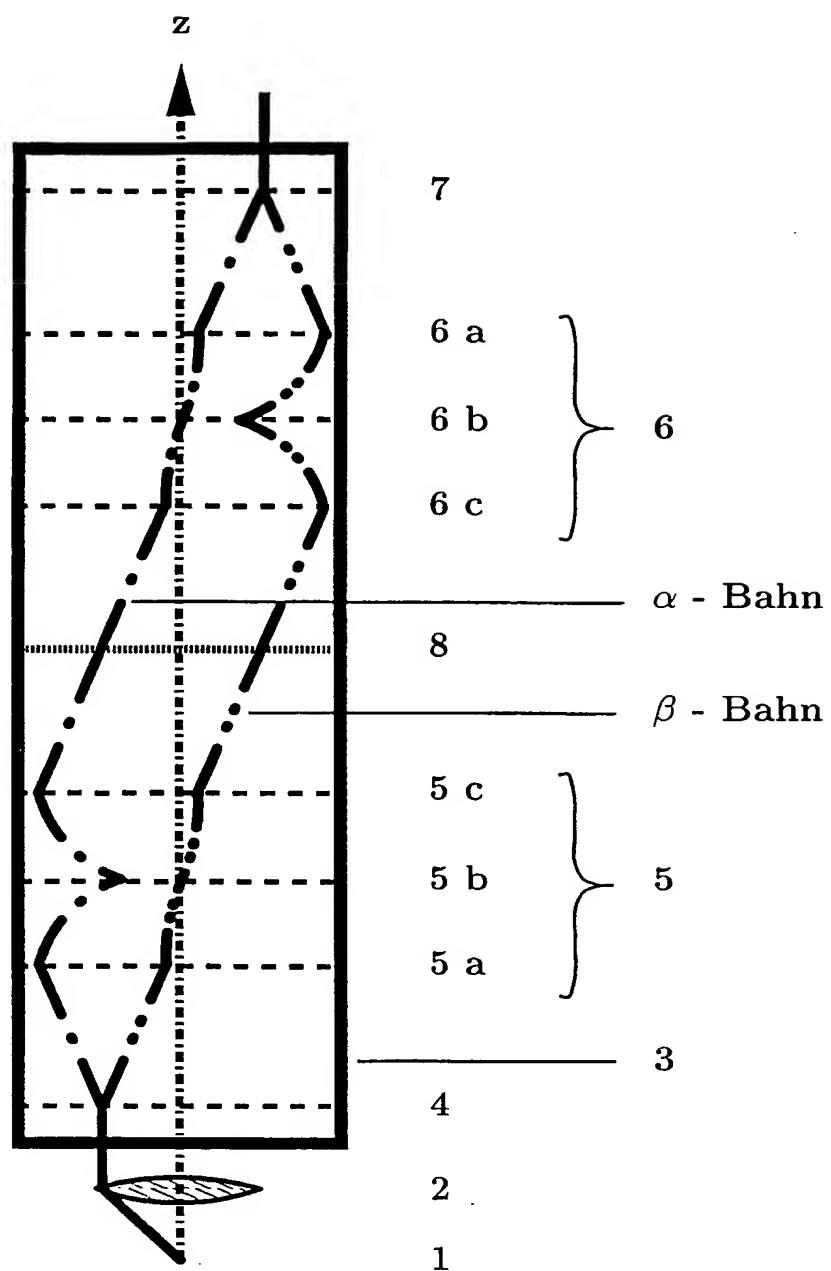
20

6. Korrektor nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß dasselbe Multipolelement sowohl ein Quadrupol als auch ein Oktopolfeld erzeugt.

25

30

7. Korrektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in Richtung der optischen Achse ein weiteres (drittes) Korrekturstück nachgeordnet ist, deren Rundlinsen- und Quadrupolfelder in räumlicher Anordnung und Stärke spiegelsymmetrisch zur Mitte des zweiten Korrekturstückes gewählt sind.



THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 00/01882

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H01J37/153

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01J H05H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|----------|--|-----------------------|
| Y | WO 99 27558 A (PHILIPS ELECTRON OPTICS BV) 3 June 1999 (1999-06-03) abstract page 24, line 29-33 page 25, line 7-9 page 27, line 17-21 figures 2,4,5 --- DE 42 04 512 A (HAIDER MAXIMILIAN DIPL PHYS DR) 19 August 1993 (1993-08-19) abstract column 3, line 33-61 claim 1 figure 1 --- -/-/ | 1,4,7 |
| Y | | 1,4,7 |

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

2 November 2000

Date of mailing of the international search report

09/11/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Winkelmann, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Application No
PCT/DE 00/01882

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|----------|--|-----------------------|
| A | US 4 555 666 A (MARTIN FREDERICK W) 26 November 1985 (1985-11-26) abstract column 5, line 25-43 figure 1 ---- | 1-7 |
| A | SCHERZER: "Sphärische und chromatische Korrektur von Elektronen-Linsen" OPTIK, DE, JENA, 1947, pages 114-132, XP002090897 ISSN: 0863-0259 page 118, line 1 -page 119, line 7 ----- | 1-7 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/01882

| Patent document cited in search report | | Publication date | Patent family member(s) | | Publication date |
|--|---|------------------|-------------------------|--|------------------|
| WO 9927558 | A | 03-06-1999 | EP 0981829 A | | 01-03-2000 |
| DE 4204512 | A | 19-08-1993 | NONE | | |
| US 4555666 | A | 26-11-1985 | NONE | | |

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/01882

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 H01J37/153

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H01J H05H

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|-----------|---|--------------------|
| Y | WO 99 27558 A (PHILIPS ELECTRON OPTICS BV) 3. Juni 1999 (1999-06-03) Zusammenfassung Seite 24, Zeile 29-33 Seite 25, Zeile 7-9 Seite 27, Zeile 17-21 Abbildungen 2,4,5 --- | 1,4,7 |
| Y | DE 42 04 512 A (HAIDER MAXIMILIAN DIPL PHYS DR) 19. August 1993 (1993-08-19) Zusammenfassung Spalte 3, Zeile 33-61 Anspruch 1 Abbildung 1 --- | 1,4,7 |

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindenscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindenscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

2. November 2000

09/11/2000

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Winkelmann, A

INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

als Aktenzeichen
PCT/DE 00/01882

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie ^a | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------------------|---|--------------------|
| A | US 4 555 666 A (MARTIN FREDERICK W) 26. November 1985 (1985-11-26) Zusammenfassung Spalte 5, Zeile 25-43 Abbildung 1 --- | 1-7 |
| A | SCHERZER: "Sphärische und chromatische Korrektur von Elektronen-Linsen" OPTIK, DE, JENA, 1947, Seiten 114-132, XP002090897 ISSN: 0863-0259 Seite 118, Zeile 1 -Seite 119, Zeile 7 ----- | 1-7 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internat. Aktenzeichen

PCT/DE 00/01882

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| WO 9927558 A | 03-06-1999 | EP 0981829 A | 01-03-2000 |
| DE 4204512 A | 19-08-1993 | KEINE | |
| US 4555666 A | 26-11-1985 | KEINE | |

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PATENT COOPERATION TREATY

37

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Applicant's or agent's file reference PCT5968/fe | FOR FURTHER ACTION | | See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416) |
| International application No. PCT/DE00/01882 | International filing date (day/month/year) 14 June 2000 (14.06.00) | Priority date (day/month/year) 14 June 1999 (14.06.99) | |
| International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H01J 37/153 | | | |
| Applicant CEOS CORRECTED ELECTRON OPTICAL SYSTEMS GMBH | | | |

| |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36. This REPORT consists of a total of <u>6</u> sheets, including this cover sheet. <p><input checked="" type="checkbox"/> This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).</p> <p>These annexes consist of a total of <u>4</u> sheets.</p> |
| <ol style="list-style-type: none"> This report contains indications relating to the following items: <ul style="list-style-type: none"> I <input checked="" type="checkbox"/> Basis of the report II <input type="checkbox"/> Priority III <input type="checkbox"/> Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability IV <input type="checkbox"/> Lack of unity of invention V <input checked="" type="checkbox"/> Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement VI <input type="checkbox"/> Certain documents cited VII <input type="checkbox"/> Certain defects in the international application VIII <input checked="" type="checkbox"/> Certain observations on the international application |

| | |
|---|---|
| Date of submission of the demand 18 November 2000 (18.11.00) | Date of completion of this report 18 September 2001 (18.09.2001) |
| Name and mailing address of the IPEA/EP | Authorized officer |
| Facsimile No. | Telephone No. |

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/DE00/01882

I. Basis of the report

1. With regard to the elements of the international application:*

 the international application as originally filed the description:

pages _____ 4-12 _____, as originally filed

pages _____ _____, filed with the demand

pages _____ 1-3 _____, filed with the letter of 05 September 2001 (05.09.2001)

 the claims:

pages _____ 2-7 _____, as originally filed

pages _____ _____, as amended (together with any statement under Article 19) _____, filed with the demand

pages _____ _____, filed with the letter of 05 September 2001 (05.09.2001)

 the drawings:

pages _____ 1/1 _____, as originally filed

pages _____ _____, filed with the demand

pages _____ _____, filed with the letter of _____

 the sequence listing part of the description:

pages _____ _____, as originally filed

pages _____ _____, filed with the demand

pages _____ _____, filed with the letter of _____

2. With regard to the language, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.
These elements were available or furnished to this Authority in the following language _____ which is: the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)). the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)). the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

3. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

 contained in the international application in written form. filed together with the international application in computer readable form. furnished subsequently to this Authority in written form. furnished subsequently to this Authority in computer readable form. The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished. The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.4. The amendments have resulted in the cancellation of: the description, pages _____ the claims, Nos. _____ the drawings, sheets/fig _____5. This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).**

* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

** Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.
PCT/DE 00/01882**V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement**

1. Statement

| | | |
|-------------------------------|--------|------------|
| Novelty (N) | Claims | YES |
| | Claims | 1-7 NO |
| Inventive step (IS) | Claims | YES |
| | Claims | 1-7 NO |
| Industrial applicability (IA) | Claims | 1-7 YES |
| | Claims | NO |

2. Citations and explanations

1. Reference is made to the following document:

D1: WO-A-99/27558.

2. The corrector according to Claim 1 does not differ from the corrector known from document D1. This - purely electrostatic - corrector for overcoming chromaticity consists of two correction elements each consisting of three lenses. Figure 3 of this document makes it clear in particular that "the astigmatic intermediate image of one cross section comes to rest in one correction element and the astigmatic intermediate image of the other cross section, said image being perpendicular to the first image, comes to rest in the other correction element and a further electrostatic quadrupole is arranged on the output side."

The feature "overlapping circular lens field" relates to correspondingly excited quadrupole lenses and not to structurally or technically diverging monopole circular lenses. This feature is likewise known from D1 - cf. page 24, line 29 to page 25, line 6 and page 25, lines 20-22.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Claims 2 and 3 do not have any differentiating technical features either.

Claims 4-6 relate explicitly to octupole fields (Claim 6: see Box VIII, clarity).

Insofar as document D1, page 24, line 34 to page 25, line 6:

- a. likewise explicitly mentions the possibility of polar structures of a higher order ("12"),
- b. considers such a structure of a higher order as an approximation of a quadrupolar field to be possible,
- c. likewise teaches the possibility of the superposition of fields of a higher order, it is not possible to identify a novel teaching in Claims 4-6 either.

Claim 7 of the application claims an additional correction element. Thus, the total number of quadrupole lenses is 11 (3x3+2). This number is known and is mentioned in D1, page 25, lines 7-9. D1, Figure 5, shows the position of the lenses and the mirror-symmetrical construction - through 0 - relative to the central plane.

This is also prejudicial to novelty.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

VIII. Certain observations on the international application

The following observations on the clarity of the claims, description, and drawings or on the question whether the claims are fully supported by the description, are made:

1. It is not clear in Claim 1 whether the first electrostatic quadrupole should be considered part of the corrector or not (PCT Article 6).
2. The feature "overlapping circular lens field" relates to excited quadrupole lenses and not to structurally or technically available monopole circular lenses. Consequently, this feature relates to a method for using the device and not to the definition of the device on the basis of its technical features. Contrary to the requirements of PCT Article 6, the intended restrictions are therefore not clear from the claim. The feature of the adjustment in Claim 1 is essentially also a method feature.
In addition, Claims 5 and 6 contain details which are implicit method features - the results of an excitation of the electrodes with electrical potential.
3. Insofar as the polarisation of quadrupole lenses can be achieved by suitable electrical potentials, the feature "...an angle of 90°..." is also purely a method feature.
4. It is not clear how the symmetries are defined (PCT Article 6).
5. Claim 6 introduces a "multipole element" that was not disclosed before. Does this mean that structures previously defined as quadrupoles have suddenly been

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/DE 00/01882

VIII. Certain observations on the international application

promoted to multipoles? Or is it possible that, by cleverly applying potential to a quadrupole, a multipole with an unspecified number of poles can be produced or a multipole field generated?

6. In Claim 1, it is not clear how every correction element can consist of three electrical quadrupole fields (PCT Article 6).

THIS PAGE BLANK (USPTO)

VERTRAG ÜBER INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

REC'D 20 SEP 2001
WIPO PCT

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

| | | |
|---|--|---|
| Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts PCT5968 | WEITERES VORGEHEN | siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416) |
| Internationales Aktenzeichen PCT/DE00/01882 | Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 14/06/2000 | Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag) 14/06/1999 |

Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK
H01J37/153

Anmelder

CEOS CORRECTED ELECTRON OPTICAL SYST. GMBH

1. Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 6 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.
 - Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

Diese Anlagen umfassen insgesamt 4 Blätter.
3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:
 - I Grundlage des Berichts
 - II Priorität
 - III Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erforderliche Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
 - IV Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
 - V Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erforderlichen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
 - VI Bestimmte angeführte Unterlagen
 - VII Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
 - VIII Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

| | |
|---|---|
| Datum der Einreichung des Antrags 18/11/2000 | Datum der Fertigstellung dieses Berichts 18.09.2001 |
| Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:  Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465 | Bevollmächtigter Bediensteter Winkelmann, A Tel. Nr. +49 89 2399 2242 |



THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE00/01882

I. Grundlage des Berichts

1. Hinsichtlich der **Bestandteile** der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigefügt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)*):
Beschreibung, Seiten:

4-12 ursprüngliche Fassung

1-3 eingegangen am 05/09/2001 mit Schreiben vom 04/09/2001

Patentansprüche, Nr.:

2-7 ursprüngliche Fassung

1 eingegangen am 05/09/2001 mit Schreiben vom 04/09/2001

Zeichnungen, Blätter:

1/1 ursprüngliche Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE00/01882

- Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- Beschreibung, Seiten:
 Ansprüche, Nr.:
 Zeichnungen, Blatt:

5. Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Feststellung

| | | |
|--------------------------------|----------------------------------|-----|
| Neuheit (N) | Ja: Ansprüche Nein: Ansprüche | 1-7 |
| Erfinderische Tätigkeit (ET) | Ja: Ansprüche Nein: Ansprüche | 1-7 |
| Gewerbliche Anwendbarkeit (GA) | Ja: Ansprüche Nein: Ansprüche | 1-7 |

2. Unterlagen und Erklärungen siehe Beiblatt

VIII. Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Zur Klarheit der Patentansprüche, der Beschreibung und der Zeichnungen oder zu der Frage, ob die Ansprüche in vollem Umfang durch die Beschreibung gestützt werden, ist folgendes zu bemerken:
siehe Beiblatt

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Zu Punkt V

Begründete Feststellung nach Regel 66.2(a)(ii) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Es wird auf das folgende Dokument verwiesen:

D1: WO99/27558

2. Der Korrektor nach Anspruch 1 unterscheidet sich nicht von dem aus dem Dokument D1 bekannten Korrektor. Dieser - rein elektrostatischer - Korrektor zur Beseitigung der Chromatizität, besteht aus zwei Korrekturstücke bestehend aus je 3 Linsen -. Abbildung 3 dieses Dokumentes macht insbesondere klar daß "das astigmatische Zwischenbild des einen Schnittes in einem Korrekturstück und das dazu senkrechte astigmatische Zwischenbild des anderen Schnittes im anderen Korrekturstück zu liegen kommt und ausgangsseitig schließlich ein weiterer elektrostatischer Quadrupol angeordnet ist". Das Merkmal "überlagerten Rundlinsenfeld" bezieht sich auf entsprechend exzitierte Quadrupol-Linsen und nicht auf konstruktiv/technisch abweichenden monopol Rundlinsen. Dieses Merkmal ist ebenfalls aus D1 bekannt, vgl. Seite 24, Z. 29- Seite 25, Z.6 und Seite 25, Z. 20-22.

Die Ansprüche 2 und 3 weisen ebenfalls keine unterscheidende technische Merkmale auf.

Die Ansprüche 4-6 beziehen sich explizit auf Oktupolfelder (Anspruch 6: siehe Punkt VIII, Klarheit).

Insoweit Dokument D1, Seite 24, Z.34 bis S.25, Z.6 :

- a. die Möglichkeit polairer Strukturen höherer Ordnung ("12") ebenfalls explizit erwähnt,
- b. die Anregung ein solcher Struktur höherer Ordnung als Approximierung eines Quadrupolares Feldes für möglich hält,
- c. die Superposition Felder höherer Ordnung ebenfalls als Möglichkeit lehrt, lässt sich auch in den Ansprüche 4-6 keine neue Lehre feststellen.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Anspruch 7 der Anmeldung beansprucht ein weiteres Korrekturstück. Damit kommt der Gesammtzahl der Quadrupollinsen auf 11 (3x3+2). Diese Zahl ist bekannt und erwähnt in D1, Seite 25, Zeilen 7-9.

D1, Abbildung 5 zeigt die Lage der Linsen und zur Mittelebene - durch 0 - spiegelsymmetrische Aufbau.

Somit ist auch die Neuheit vorweggenommen.

Zu Punkt VIII

Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

1. Es ist nicht klar, Anspruch 1, ob der erste elektrostatische Quadrupol als Teil des Korrektors betrachtet werden sollte oder nicht (Art. 6 PCT).
2. Das Merkmal "überlagerten Rundlinsenfeld" bezieht sich auf exzitierte Quadrupol-Linsen und nicht auf konstrutiv/technisch vorhandenen monopol Rundlinsen. Somit bezieht sich dieses Merkmal auf ein Verfahren zur Verwendung der Vorrichtung und nicht auf die Definition der Vorrichtung anhand ihrer technischen Merkmale. Die beabsichtigten Einschränkungen gehen daher im Widerspruch zu den Erfordernissen des Artikels 6 PCT nicht klar aus dem Anspruch hervor. Rein genommen gilt auch das Merkmal der Einstellung in Anspruch 1 als Verfahrensmerkmal.
Weiter gilt auch für Ansprüche 5 und 6; die dortige Angaben sind implizite Verfahrensmerkmale - Resultate einer Exzitation der Elektroden mit elektrische Potentiale.
3. Insoferne die Polarisation von Quadrupollinsen durch geeignete elektrische Potentiale erreicht werden kann, ist auch das Merkmal "...einen Winkel von 90°..." ein reines Verfahrensmerkmal.
4. Es ist nicht klar wie die Symmetrien definiert sind (Art. 6 PCT).
5. Im Anspruch 6 wird ein nicht eher deklariertes "Multipolelement" introduziert. Sollte damit gemeint sein, daß vorherige, als Quadrupol definierte, Strukturen plötzlich zu Multipolen promoviert worden seien ? Oder aber, läßt sich durch

THIS PAGE BLANK (USPTO)

geschickte Anlegung von Potentiale an einem Quadrupol ein n-beliebiger Multipol herstellen/Multipolfeld generieren ?

6. Es ist nicht klar, Anspruch 1, wie jedes Korrekturstück aus drei elektrischen Quadrupolfeldern bestehen soll (Art. 6 PCT).

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**Elektrostatischer Korrektor zur Beseitigung des
Farbfehlers von Teilchenlinsen**

- 5 Die Erfindung betrifft einen elektrostatischen Kor-
rektor zur Beseitigung des Farbfehlers von Teil-
chenlinsen mit gerader optischer Achse gemäß Ober-
begriff des Anspruches 1.
- 10 Durch das Scherzer-Theorem (O. Scherzer, Zeit-
schrift für Physik 101, (1936) 593) ist bekannt,
daß in optisch abbildenden Systemen für geladene
Teilchen, unter denen vor allen Elektronen und Io-
nen zu verstehen sind, bei Verwendung statischer,
15 raumladungsfreier und rotationssymmetrischer Fel-
dern die chromatische Aberration (Farbfehler) und
die sphärische Aberration (Öffnungsfehler) grund-
sätzlich nicht verschwinden. Da diese Fehler die
Leistungsfähigkeit der abbildenden optischen Sy-
20 steme und im speziellen das Auflösungsvermögen be-
grenzen, hat es nicht an Versuchen gefehlt, diese
Bildfehler zu beseitigen. Am meisten Erfolg ver-
spricht das Abgehen von rotationssymmetrischen Fel-
dern, also die Verwendung unrunder Linsen in Form
25 von Multipolen, also insbesondere Quadrupolen, Ok-
topole usgl. Mit Hilfe eines derartigen aus elek-
trischen und magnetischen Multipolen aufgebauten
Korrektor gelang es den beiden Geschäftsführern der
Anmelderin die sphärische und chromatische Aberra-
tion in einem Niederspannungsrasterelektronenmikro-
skop vollständig zu korrigieren (J. Zach, M. Haider
30 Nucl. Instr. method. A363 (1995) 316), wobei ein
Auflösungsvermögen von 2 nm bei einer Elektronen-

THIS PAGE BLANK (USPTO)

- 2 -

energie von 1kv nachgewiesen werden konnte. Aus der
WO 99/27558 ist ein chromatischer Korrektor be-
stehend aus 10 und mehr elektrostatischen Dipol-
linsen bekannt. Im Stande der Technik wird eine
5 Anordnung offenbart, die aus zwei Korrekturstücken
besteht, die ihrerseits aus Quadrupolen und
Zylinderlinsen zusammengesetzt sind, wobei die
Korrekturstücke im Bereich der jeweiligen
astigmatischen Zwischenbilder angeordnet sind.

10

Die Nachteile der elektromagnetischen Multipolkor-
rektoren sind darin zu sehen, daß die Magnetfelder
aufgrund der Remanenz keine schnelle und präzise
sowie reproduzierbare Justierung der magnetischen
15 Felder erlauben. Eine Entmagnetisierung erfordert
zudem einen erheblichen Aufwand darstellenden Aus-
bau der Spulenkerne. Über einen längeren Zeitraum
stellt sich eine relativ große Drift der Ma-
gnetfelder ein. Schließlich lassen sich die in Io-
nenoptischen Geräten, wie z. B. der Lithographie,
aufgrund der großen Ionenmassen notwendigen starken
magnetischen Feldstärken wegen der Abhängigkeit der
Fokusierung von der Masse nur schwer realisieren.
20 Korrektoren zur Beseitigung des Farbfehlers mit in
beiden Schnitten rein elektrischen Feldern sind un-
bekannt.

25

30

Hiervon ausgehend hat sich die Erfindung die Schaf-
fung eines Korrektors zur Beseitigung des Farbfeh-
lers von Teilchenlinsen zur Aufgabe gemacht, der
ausschließlich aus elektrischen Feldern, also unter
Verzicht auf magnetische Felder, aufgebaut ist.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

- 3 -

5 Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch,
daß jedes Korrekturstück aus drei elektrischen Qua-
drupolfeldern besteht und die Quadrupole mit einem
Rundlinsenfeld überlagert sind.

10 Der Begriff Farbfehler meint im Sinne der Erfindung
unter Anwendung der exakten Terminologie den axia-
len Farbfehler erster Ordnung ersten Grades. Hier-
bei beschreibt das Wort "axial", daß dieser Farb-
fehler nur bestimmt wird, durch die im Gegenstands-
punkt von der optischen Achse ausgehenden Fundamen-
talbahnen, d.h. den Fundamentallösungen der Gauß-
15 schen Optik. Der Farbfehler ist also unabhängig von
außeraxialen Bahnen. Die Ordnung beschreibt die Po-
tenz, mit welcher die Anfangssteigung der Fundamen-
talbahn in die Fehlerabweichung eingeht; im Falle
erster Ordnung besteht eine lineare Abhängigkeit.

20 Der Begriff "ersten Grades" beschreibt, daß die
Fehlerabweichung linear von der relativen Geschwin-
digkeitsabweichung der mittleren Geschwindigkeit
der Teilchen abhängt. Im Falle monochromatischer
Teilchen - d. h. Teilchen gleicher Geschwindigkeit
25 und damit auch konstanter Wellenlänge - werden die
relativen Abweichungen damit zu Null. In diesem
Fall entsteht kein Farbfehler. In der Sprache der
Optik wird der Farbfehler häufig auch als chromati-
sche Aberration bezeichnet.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

- 13 -

P A T E N T A N S P R Ü C H E

- 5 1. Elektrostatischer Korrektor zur Beseitigung des Farbfehlers von Teilchenlinsen mit gerader optischer Achse und einem der Objektivlinse zuzuordnenden elektrostatischen Quadrupol, wobei
- 10 - in Strahlrichtung hinter den Quadrupol entlang der optischen Achse zwei Korrekturstücke angeordnet sind,
- 15 - die Quadrupolfelder aufweisen, die relativ zueinander um einen Winkel von 90 Grad um die optische Achse gedreht sind,
- 20 und die Einstellung derart vorgenommen ist, daß das astigmatische Zwischenbild des einen Schnittes in einem Korrekturstück und das dazu senkrechte astigmatische Zwischenbild des anderen Schnittes im anderen Korrekturstück zu liegen kommt und ausgangsseitig schließlich ein weiterer elektrostatischer Quadrupol angeordnet ist,
- 25 dadurch gekennzeichnet, daß
 - jedes Korrekturstück aus drei elektrischen Quadrupolfeldern besteht und die Quadrupole mit einem Rundlinsenfeld überlagert sind.
- 30

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM
GEBIET DES PATENTWESENS**

PCT

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

| | | |
|--|--|---|
| Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts PCT5968 | WEITERES VORGEHEN | siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416) |
| Internationales Aktenzeichen PCT/DE00/01882 | Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 14/06/2000 | Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag) 14/06/1999 |
| Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK H01J37/153 | | |
| Anmelder CEOS CORRECTED ELECTRON OPTICAL SYST. GMBH | | |

1. Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 6 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.
- Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).
- Diese Anlagen umfassen insgesamt 4 Blätter.
3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:
- I Grundlage des Berichts
II Priorität
III Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erforderliche Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
IV Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
V Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erforderlichen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
VI Bestimmte angeführte Unterlagen
VII Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
VIII Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

| | |
|---|--|
| Datum der Einreichung des Antrags 18/11/2000 | Datum der Fertigstellung dieses Berichts 18.09.2001 |
| Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:  Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465 | Bevollmächtigter Bediensteter Winkelmann, A Tel. Nr. +49 89 2399 2242 |



THIS PAGE BLANK (USPTO)

**INTERNATIONALER VORLÄUFIGER
PRÜFUNGSBERICHT**

Internationales Aktenzeichen PCT/DE00/01882

I. Grundlage des Berichts

1. Hinsichtlich der **Bestandteile** der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigefügt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)*):
Beschreibung, Seiten:

| | | | |
|------|-----------------------|------------|------------------------------|
| 4-12 | ursprüngliche Fassung | | |
| 1-3 | eingegangen am | 05/09/2001 | mit Schreiben vom 04/09/2001 |

Patentansprüche, Nr.:

| | | | |
|-----|-----------------------|------------|------------------------------|
| 2-7 | ursprüngliche Fassung | | |
| 1 | eingegangen am | 05/09/2001 | mit Schreiben vom 04/09/2001 |

Zeichnungen, Blätter:

| | |
|-----|-----------------------|
| 1/1 | ursprüngliche Fassung |
|-----|-----------------------|

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**INTERNATIONALER VORLÄUFIGER
PRÜFUNGSBERICHT**

Internationales Aktenzeichen PCT/DE00/01882

- Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- Beschreibung, Seiten:
 Ansprüche, Nr.:
 Zeichnungen, Blatt:

5. Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Feststellung

| | | |
|--------------------------------|----------------------------------|-----|
| Neuheit (N) | Ja: Ansprüche Nein: Ansprüche | 1-7 |
| Erfinderische Tätigkeit (ET) | Ja: Ansprüche Nein: Ansprüche | 1-7 |
| Gewerbliche Anwendbarkeit (GA) | Ja: Ansprüche Nein: Ansprüche | 1-7 |

2. Unterlagen und Erklärungen
siehe Beiblatt

VIII. Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Zur Klarheit der Patentansprüche, der Beschreibung und der Zeichnungen oder zu der Frage, ob die Ansprüche in vollem Umfang durch die Beschreibung gestützt werden, ist folgendes zu bemerken:
siehe Beiblatt

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Zu Punkt V

Begründete Feststellung nach Regel 66.2(a)(ii) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Es wird auf das folgende Dokument verwiesen:

D1: WO99/27558

2. Der Korrektor nach Anspruch 1 unterscheidet sich nicht von dem aus dem Dokument D1 bekannten Korrektor. Dieser - rein elektrostatischer - Korrektor zur Beseitigung der Chromatizität, besteht aus zwei Korrekturstücke bestehend aus je 3 Linsen -. Abbildung 3 dieses Dokumentes macht insbesondere klar daß "das astigmatische Zwischenbild des einen Schnittes in einem Korrekturstück und das dazu senkrechte astigmatische Zwischenbild des anderen Schnittes im anderen Korrekturstück zu liegen kommt und ausgangsseitig schließlich ein weiterer elektrostatischer Quadrupol angeordnet ist". Das Merkmal "überlagerten Rundlinsenfeld" bezieht sich auf entsprechend exzitierte Quadrupol-Linsen und nicht auf konstrutiv/technisch abweichenden monopol Rundlinsen. Dieses Merkmal ist ebenfalls aus D1 bekannt, vgl. Seite 24, Z. 29- Seite 25, Z.6 und Seite 25, Z. 20-22.

Die Ansprüche 2 und 3 weisen ebenfalls keine unterscheidende technische Merkmale auf.

Die Ansprüche 4-6 beziehen sich explizit auf Oktupolfelder (Anspruch 6: siehe Punkt VIII, Klarheit).

Insoweit Dokument D1, Seite 24, Z.34 bis S.25, Z.6 :

- a. die Möglichkeit polairer Strukturen höherer Ordnung ("12") ebenfalls explizit erwähnt,
- b. die Anregung ein solcher Struktur höherer Ordnung als Approximierung eines Quadrupolares Feldes für möglich hält,
- c. die Superposition Felder höherer Ordnung ebenfalls als Möglichkeit lehrt, läßt sich auch in den Ansprüche 4-6 keine neue Lehre feststellen.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Anspruch 7 der Anmeldung beansprucht ein weiteres Korrekturstück. Damit kommt der Gesamtzahl der Quadrupollinsen auf 11 (3x3+2). Diese Zahl ist bekannt und erwähnt in D1, Seite 25, Zeilen 7-9.

D1, Abbildung 5 zeigt die Lage der Linsen und zur Mittelebene - durch 0 - spiegelsymmetrische Aufbau.

Somit ist auch die Neuheit vorweggenommen.

Zu Punkt VIII

Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

1. Es ist nicht klar, Anspruch 1, ob der erste elektrostatische Quadrupol als Teil des Korrektors betrachtet werden sollte oder nicht (Art. 6 PCT).
2. Das Merkmal "überlagerten Rundlinsenfeld" bezieht sich auf exzitierte Quadrupol-Linsen und nicht auf konstrutiv/technisch vorhandenen monopol Rundlinsen. Somit bezieht sich dieses Merkmal auf ein Verfahren zur Verwendung der Vorrichtung und nicht auf die Definition der Vorrichtung anhand ihrer technischen Merkmale. Die beabsichtigten Einschränkungen gehen daher im Widerspruch zu den Erfordernissen des Artikels 6 PCT nicht klar aus dem Anspruch hervor. Rein genommen gilt auch das Merkmal der Einstellung in Anspruch 1 als Verfahrensmerkmal.
Weiter gilt auch für Ansprüche 5 und 6; die dortige Angaben sind implizite Verfahrensmerkmale - Resultate einer Exzitation der Elektroden mit elektrische Potentiale.
3. Insoferne die Polarisation von Quadrupollinsen durch geeignete elektrische Potentiale erreicht werden kann, ist auch das Merkmal "...einen Winkel von 90°..." ein reines Verfahrensmerkmal.
4. Es ist nicht klar wie die Symmetrien definiert sind (Art. 6 PCT).
5. Im Anspruch 6 wird ein nicht eher deklariertes "Multipolelement" introduziert. Sollte damit gemeint sein, daß vorherige, als Quadrupol definierte, Strukturen plötzlich zu Multipolen promoviert worden seien ? Oder aber, läßt sich durch

THIS PAGE BLANK (USPTO)

geschickte Anlegung von Potentiale an einem Quadrupol ein n-beliebiger Multipol herstellen/Multipolfeld generieren ?

6. Es ist nicht klar, Anspruch 1, wie jedes Korrekturstück aus drei elektrischen Quadrupolfeldern bestehen soll (Art. 6 PCT).

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**Elektrostatischer Korrektor zur Beseitigung des
Farbfehlers von Teilchenlinsen**

5 Die Erfindung betrifft einen elektrostatischen Kor-
rektor zur Beseitigung des Farbfehlers von Teil-
chenlinsen mit gerader optischer Achse gemäß Ober-
begriff des Anspruches 1.

10 Durch das Scherzer-Theorem (O. Scherzer, Zeit-
schrift für Physik 101, (1936) 593) ist bekannt,
daß in optisch abbildenden Systemen für geladene
Teilchen, unter denen vor allen Elektronen und Io-
nen zu verstehen sind, bei Verwendung statischer,
15 raumladungsfreier und rotationssymmetrischer Fel-
dern die chromatische Aberration (Farbfehler) und
die sphärische Aberration (Öffnungsfehler) grund-
sätzlich nicht verschwinden. Da diese Fehler die
Leistungsfähigkeit der abbildenden optischen Sy-
20 steme und im speziellen das Auflösungsvermögen be-
grenzen, hat es nicht an Versuchen gefehlt, diese
Bildfehler zu beseitigen. Am meisten Erfolg ver-
spricht das Abgehen von rotationssymmetrischen Fel-
dern, also die Verwendung unrunder Linsen in Form
25 von Multipolen, also insbesondere Quadrupolen, Ok-
topole usgl. Mit Hilfe eines derartigen aus elek-
trischen und magnetischen Multipolen aufgebauten
Korrektor gelang es den beiden Geschäftsführern der
Anmelderin die sphärische und chromatische Aberra-
tion in einem Niederspannungsrasterelektronenmikro-
skop vollständig zu korrigieren (J. Zach, M. Haider
Nucl. Instr. method. A363 (1995) 316), wobei ein
30 Auflösungsvermögen von 2 nm bei einer Elektronen-

THIS PAGE BLANK (USPTO)

- 2 -

energie von 1kv nachgewiesen werden konnte. Aus der
WO 99/27558 ist ein chromatischer Korrektor be-
stehend aus 10 und mehr elektrostatischen Dipol-
linsen bekannt. Im Stande der Technik wird eine
5 Anordnung offenbart, die aus zwei Korrekturstücken
besteht, die ihrerseits aus Quadrupolen und
Zylinderlinsen zusammengesetzt sind, wobei die
Korrekturstücke im Bereich der jeweiligen
astigmatischen Zwischenbilder angeordnet sind.

10 Die Nachteile der elektromagnetischen Multipolkor-
rektoren sind darin zu sehen, daß die Magnetfelder
aufgrund der Remanenz keine schnelle und präzise
sowie reproduzierbare Justierung der magnetischen
15 Felder erlauben. Eine Entmagnetisierung erfordert
zudem einen erheblichen Aufwand darstellenden Aus-
bau der Spulenkerne. Über einen längeren Zeitraum
stellt sich eine relativ große Drift der Ma-
gnetfelder ein. Schließlich lassen sich die in Io-
nenoptischen Geräten, wie z. B. der Lithographie,
aufgrund der großen Ionenmassen notwendigen starken
magnetischen Feldstärken wegen der Abhängigkeit der
Fokusierung von der Masse nur schwer realisieren.
20 Korrektoren zur Beseitigung des Farbfehlers mit in
beiden Schnitten rein elektrischen Feldern sind un-
bekannt.

25 Hiervon ausgehend hat sich die Erfindung die Schaf-
fung eines Korrektors zur Beseitigung des Farbfeh-
lers von Teilchenlinsen zur Aufgabe gemacht, der
ausschließlich aus elektrischen Feldern, also unter
Verzicht auf magnetische Felder, aufgebaut ist.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

- 3 -

5 Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch,
daß jedes Korrekturstück aus drei elektrischen Qua-
drupolfeldern besteht und die Quadropole mit einem
Rundlinsenfeld überlagert sind.

) Der Begriff Farbfehler meint im Sinne der Erfindung
unter Anwendung der exakten Terminologie den axia-
10 len Farbfehler erster Ordnung ersten Grades. Hier-
bei beschreibt das Wort "axial", daß dieser Farb-
fehler nur bestimmt wird, durch die im Gegenstands-
punkt von der optischen Achse ausgehenden Fundamen-
talbahnen, d.h. den Fundamentallösungen der Gauß-
15 schen Optik. Der Farbfehler ist also unabhängig von
außeraxialen Bahnen. Die Ordnung beschreibt die Po-
tentz, mit welcher die Anfangssteigung der Fundamen-
talbahn in die Fehlerabweichung eingeht; im Falle
erster Ordnung besteht eine lineare Abhängigkeit.
20 Der Begriff "ersten Grades" beschreibt, daß die
Fehlerabweichung linear von der relativen Geschwin-
digkeitsabweichung der mittleren Geschwindigkeit
der Teilchen abhängt. Im Falle monochromatischer
Teilchen - d. h. Teilchen gleicher Geschwindigkeit
25 und damit auch konstanter Wellenlänge - werden die
relativen Abweichungen damit zu Null. In diesem
Fall entsteht kein Farbfehler. In der Sprache der
Optik wird der Farbfehler häufig auch als chromati-
sche Aberration bezeichnet.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

- 13 -

P A T E N T A N S P R Ü C H E

- 5 1. Elektrostatischer Korrektor zur Beseitigung des Farbfehlers von Teilchenlinsen mit gerader optischer Achse und einem der Objektivlinse zuzuordnenen elektrostatischen Quadrupol, wobei
- 10 - in Strahlrichtung hinter den Quadrupol entlang der optischen Achse zwei Korrekturstücke angeordnet sind,
- 15 - die Quadrupolfelder aufweisen, die relativ zueinander um einen Winkel von 90 Grad um die optische Achse gedreht sind,
- 20 und die Einstellung derart vorgenommen ist, daß das astigmatische Zwischenbild des einen Schnittes in einem Korrekturstück und das dazu senkrechte astigmatische Zwischenbild des anderen Schnittes im anderen Korrekturstück zu liegen kommt und ausgangsseitig schließlich ein weiterer elektrostatischer Quadrupol angeordnet ist,
- 25 dadurch gekennzeichnet, daß
 - jedes Korrekturstück aus drei elektrischen Quadrupolfeldern besteht und die Quadrupole mit einem Rundlinsenfeld überlagert sind.
- 30

THIS PAGE BLANK (USPTO)